



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

FLORE

Repository istituzionale dell'Università degli Studi di Firenze

Prestazione acustica: confronto tra pareti

Questa è la Versione finale referata (Post print/Accepted manuscript) della seguente pubblicazione:

Original Citation:

Prestazione acustica: confronto tra pareti in laterizio e pareti in lastre di gesso rivestito / R. Pompoli; S. Secchi. - In: COSTRUIRE IN LATERIZIO. - ISSN 0394-1590. - STAMPA. - 66:(1998), pp. 448-453.

Availability:

This version is available at: 2158/771238 since:

Terms of use:

Open Access

La pubblicazione è resa disponibile sotto le norme e i termini della licenza di deposito, secondo quanto stabilito dalla Policy per l'accesso aperto dell'Università degli Studi di Firenze (<https://www.sba.unifi.it/upload/policy-oa-2016-1.pdf>)

Publisher copyright claim:

(Article begins on next page)

Roberto Pompoli
Simone Secchi

Prestazione acustica: confronto tra pareti in laterizio e pareti in lastre di gesso rivestito

Viene analizzato il comportamento acustico di due tipologie di pareti, particolarmente impiegate nel nostro Paese, per quanto riguarda la specifica risposta allo spettro sonoro della sorgente e alle trasmissioni sonore laterali

Introduzione

Le prestazioni di isolamento acustico dei singoli componenti edilizi vengono in genere descritte mediante l'*indice di valutazione del potere fonoisolante* R_w , ottenuto dai singoli valori del *potere fonoisolante* R rilevato in laboratorio nel campo di frequenze di centro ottava 100 Hz ÷ 3150 Hz.^[1,2] Questo parametro, da solo, non è tuttavia in grado di fornire una previsione attendibile delle reali prestazioni fornite in opera da un determinato componente, dipendendo queste anche dalle caratteristiche costruttive di installazione e dalla composizione in frequenza dello spettro della sorgente sonora che si desidera isolare.

Il decreto attuativo della legge quadro sull'inquinamento acustico relativo ai requisiti acustici passivi degli edifici^[3] richiede di verificare le prestazioni dei componenti edilizi nelle loro reali condizioni di messa in opera, tenendo conto sia della trasmissione sonora che avviene direttamente attraverso la singola partizione che di quella che coinvolge le strutture laterali. Il decreto non fa invece riferimento all'influenza che ha lo spettro sonoro della sorgente disturbante sul comportamento acustico delle partizioni coinvolte.

Le tipologie esaminate nel corso della sperimentazione possono essere così classificate: pareti "pesanti" in laterizio e pareti "leggere" in lastre di gesso. Queste strutture, a parità di valore di potere fonoisolante espresso con l'indice R_w , possono fornire in opera prestazioni di isolamento acustico notevolmente differenti a causa delle diverse modalità di montaggio e della diversa capacità di isolamento alle varie frequenze che caratterizzano il disturbo acustico.

Influenza dello spettro sonoro

L'influenza dello spettro sonoro (composizione in frequenza) viene prima esaminata prendendo a riferimento una parete in laterizio ed una in lastre di gesso rivestito

aventi le medesime prestazioni in termini di indice di valutazione del potere fonoisolante R_w , grandezza impiegata nel decreto^[3] per specificare le prestazioni acustiche dei componenti edilizi, e quindi generalizzando il discorso alle due categorie di partizioni.

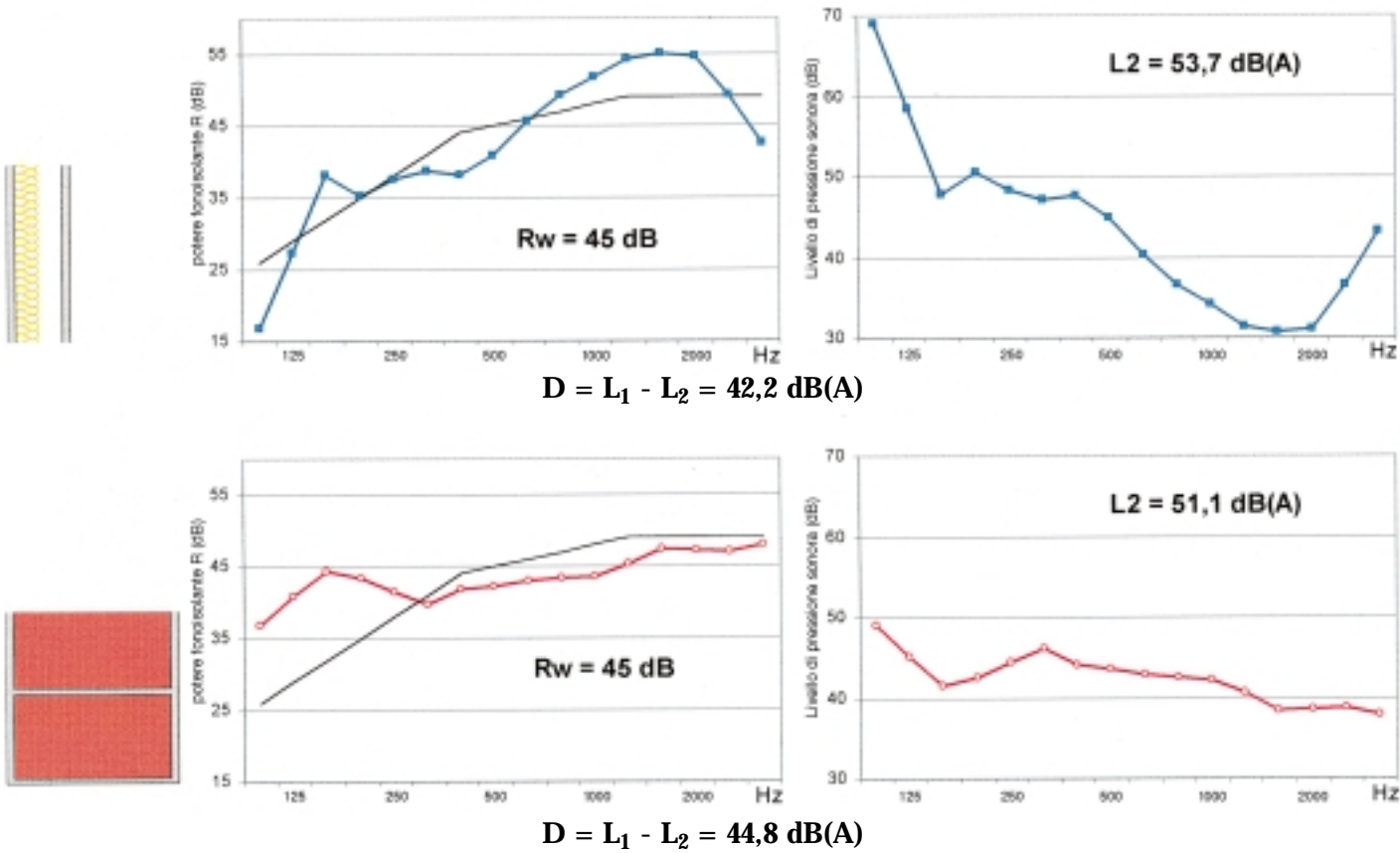
La figura 1 mostra, nei due grafici di sinistra, le curve di potere fonoisolante in funzione delle frequenze sonore per le due pareti esaminate, con le relative curve standard per il calcolo degli indici di valutazione R_w . In entrambi i casi si ha $R_w = 45$ dB; per cui, da una prima stima, l'isolamento offerto dalle due pareti dovrebbe essere lo stesso.

Dai grafici si osserva che la parete in laterizio è caratterizzata da una perdita di isolamento a bassa frequenza (315 Hz) per il fenomeno della coincidenza con le vibrazioni sonore e da un successivo andamento del potere fonoisolante regolarmente crescente con la frequenza (circa 3 dB per raddoppio della frequenza). La parete in lastre di gesso presenta bassi valori del potere fonoisolante alle basse frequenze e cresce poi rapidamente nel campo delle medie e alte frequenze dove però subisce un improvviso calo del potere fonoisolante a causa della frequenza di coincidenza che si colloca a 3150 Hz.

Qual è il comportamento acustico di questi tipi di pareti nei confronti di rumori con diversa composizione in frequenza?

In altre parole: quale sarà la parete che assicurerà il livello sonoro più basso nell'ambiente ricevente a fronte di uguali livelli sonori esterni ma con diverso spettro sonoro?

Per rispondere a queste domande sono stati considerati due ambienti standard separati dalla partizione in esame; il rumore presente nell'ambiente disturbante (ambiente sorgente) è un rumore di tipo rosa⁽¹⁾ che più si avvicina, per la sua composizione in frequenza, al rumore prodotto da molte attività domestiche.



1. Influenza dello spettro sonoro sulle prestazioni delle due partizioni esaminate. In alto i risultati dei calcoli per la parete in lastre di gesso; in basso quelli per la parete in laterizio. I grafici indicano, in funzione della frequenza e a partire da sinistra, il potere fonoisolante delle partizioni R , con le curve standard, e il livello di pressione sonora nell'ambiente disturbato. Entrambe le pareti sono caratterizzate da un indice di valutazione del potere fonoisolante R_w di 45 dB. Il livello di pressione sonora nell'ambiente sorgente è costante alle varie frequenze ed è caratterizzato da un livello globale di 95,9 dB(A).

Per ciascuna delle partizioni prese in esame è stato calcolato il livello sonoro immesso (penetrato) nell'ambiente ricevente (L_2) impiegando la relazione:

$$L_2 = L_1 - R + 10 \lg S_p/A_0 \text{ (dB)}$$

dove L_1 rappresenta il livello sonoro prodotto dalla sorgente nell'ambiente disturbante (rumore rosa), R il potere fonoisolante della partizione ed A_0 l'area equivalente di assorbimento acustico dell'ambiente ricevente, tutte grandezze espresse in funzione della frequenza, nelle bande di terzi di ottava di centro compreso tra 100 e 5000 Hz. S_p è l'area della partizione che separa i due ambienti.

I livelli L_1 e L_2 sono stati poi ponderati in frequenza con la curva "A" per ottenere i livelli sonori globali L_1 e L_2 in dB(A). La prestazione finale di *isolamento acustico* D è data dalla differenza tra questi due livelli:

$$D = L_1 - L_2 \text{ (dB(A))}$$

Per il calcolo sono stati ipotizzati due ambienti con caratteristiche geometriche e acustiche tipiche dell'edilizia resi-

denziale e cioè:

- volume = 32 m³
- dimensioni in pianta = 3,2 x 3,7 m
- superficie della partizione S_p = 10 m²
- area equivalente di assorbimento acustico dell'ambiente ricevente A_0 = 10 m², costante in tutto il campo delle frequenze.⁽²⁾

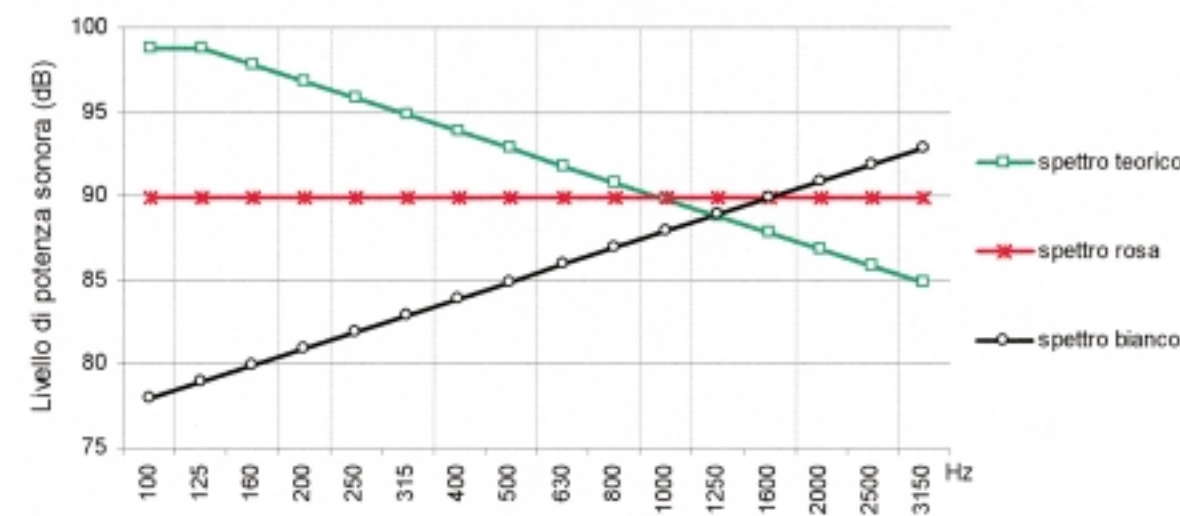
I valori dell'isolamento acustico D in dB(A) ottenuti per le due pareti non sono uguali, nonostante il fatto che le prestazioni dichiarate per le due pareti, in termini di *indice di valutazione del potere fonoisolante* R_w , fossero le stesse.

Per estendere il ragionamento effettuato per le due pareti, sono stati confrontati i valori dell'*indice di valutazione dell'isolamento acustico* D_w con quelli dell'isolamento acustico D in dB(A) per un numero elevato di partizioni in laterizio ed in cartongesso.

Tale valutazione è stata inoltre effettuata anche con riferimento ad altri tipi di spettro sonoro del rumore disturbante (figura 2). Oltre agli spettri del *rumore rosa*⁽¹⁾ e del *rumore bianco*⁽³⁾, la figura mostra uno spettro teorico che schematizza il rumore emesso da un ventilatore.

L'indice di valutazione dell'isolamento acustico D_w si ot-

2. Differenti spettri sonori impiegati per la valutazione delle prestazioni acustiche delle pareti. Tutti gli spettri forniscono un livello globale A di 100 dB(A).



tiene direttamente da R_w con la relazione:

$$D_w = R_w - 10 \lg S_p / A_o \text{ (dB)}$$

Nelle ipotesi di calcolo suddette, il termine $10 \lg S_p / A_o$ assume valore nullo, per cui si ha $R_w = D_w$.

I valori del potere fonoisolante impiegati per il calcolo provengono da dati sperimentali rilevati da laboratori qualificati (l'Università di Parma per le pareti in laterizio^[4] ed il Fraunhofer Institut für Bauphysik ed altri per le pareti in lastre di gesso). Si sono considerate pareti in laterizio a singolo e doppio strato e pareti doppie in lastre di gesso su telai singoli o doppi.

Le figure 3-5 confrontano i valori di D_w e di D per le varie pareti pesanti e leggere prese in esame in corrispondenza ai diversi spettri sonori considerati.

È evidente che in quasi tutti i casi esaminati, a parità di $D_w=R_w$, l'isolamento acustico D in dB(A) risulta più basso per le partizioni leggere. In particolare questo fatto acquista maggiore importanza quando la sorgente sonora disturbante è caratterizzata da una forte presenza di basse frequenze, come nel caso di rumori prodotti dagli impianti di riscaldamento, condizionamento e ventilazione (spettro teorico).

Per tenere conto della dipendenza dell'isolamento acustico D in dB(A) dallo spettro sonoro della sorgente, la norma UNI EN ISO 717^[1] richiede di calcolare *due termini di adattamento*, denominati C e C_{tr} , che, sommati algebricamente al valore di R_w , forniscono una stima della prestazione attesa al variare dello spettro sonoro della sorgente: in questo caso un *rumore rosa*⁽¹⁾ ed un *rumore normalizzato del traffico*.

È forse utile sottolineare che la differenza tra D e D_w , nel caso di rumore rosa, fornisce direttamente il valore di C delle singole pareti. Dalle rette di regressione di figura 6, si

può stimare una differenza tra i valori di C di circa 2 dB a sfavore delle pareti leggere. Considerato che il *rumore rosa* può essere assimilato al rumore prodotto da molte attività domestiche, ciò significa che, a parità di prestazioni dichiarate in termini di R_w , le pareti leggere tendono a fornire una protezione acustica minore delle pareti pesanti di circa 2 dB.

Influenza delle trasmissioni laterali

Per quanto riguarda le caratteristiche costruttive, nella valutazione delle prestazioni acustiche in opera delle partizioni occorre considerare, oltre alla trasmissione diretta, rappresentata dal valore di R_w , il contributo fornito dalle trasmissioni laterali dell'intero sistema edilizio di cui fanno parte e che delimita l'ambiente ricevente che si desidera proteggere (figura 7). Queste trasmissioni sono dovute alla vibrazione delle strutture laterali (pareti e solai) dell'ambiente ricevente e sono funzione delle caratteristiche costruttive di tali elementi e delle modalità di esecuzione seguite per la loro messa in opera. Per tener conto di queste trasmissioni laterali sono stata definite due nuove grandezze: il *potere fonoisolante apparente* R' ed il relativo indice di valutazione R'_w . Il calcolo di R' richiede la valutazione di tutti i percorsi di trasmissione sonora, tra cui quelli, in alcuni casi dominanti, dovuti alla trasmissione per via aerea (prese d'aria, controsoffitti passanti, ecc.). Tralasciando quest'ultima forma di trasmissione, è possibile che, a parità di prestazioni della partizione e delle strutture laterali, si abbiano nei due casi presi in considerazione nello studio entità differenti della trasmissione laterale.

In particolare, le strutture leggere multistrato devono in buona parte le loro elevate prestazioni acustiche al disaccoppiamento strutturale tra i due strati. Nel caso della trasmissione laterale, questa può essere resa massima da parti-

3. Isolamento acustico D in dB(A) per pareti in laterizio ed in lastre di gesso in funzione dell'indice di valutazione dell'isolamento acustico D_w , con rumore disturbante di tipo rosa.

4. Isolamento acustico D in dB(A) per pareti in laterizio ed in lastre di gesso in funzione dell'indice di valutazione dell'isolamento acustico D_w , con rumore disturbante di tipo bianco.

5. Isolamento acustico D in dB(A) per pareti in laterizio ed in lastre di gesso in funzione dell'indice di valutazione dell'isolamento acustico D_w , con rumore disturbante con spettro teorico del rumore di un ventilatore.

6. Differenza $D_w - D$ per pareti in laterizio ed in lastre di gesso in funzione dell'indice di valutazione dell'isolamento acustico D_w .

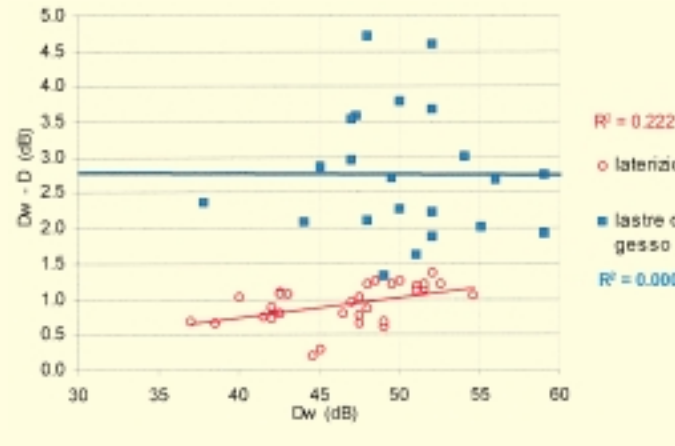
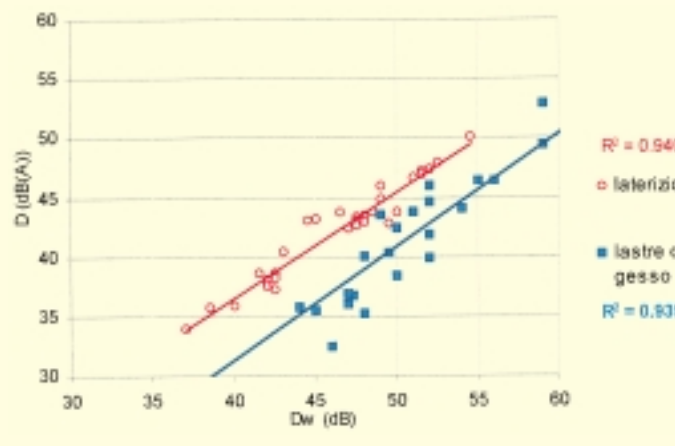
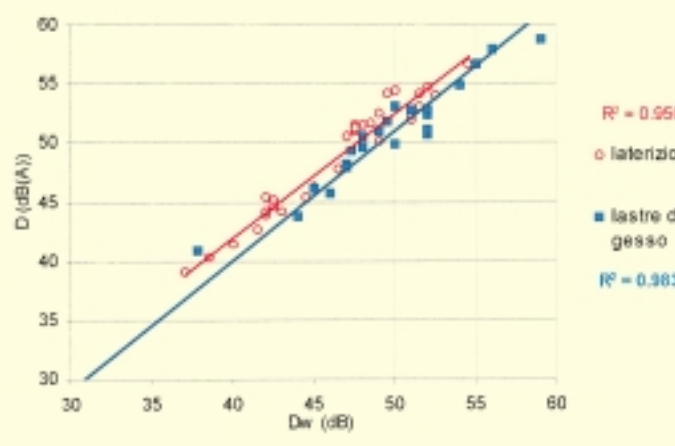
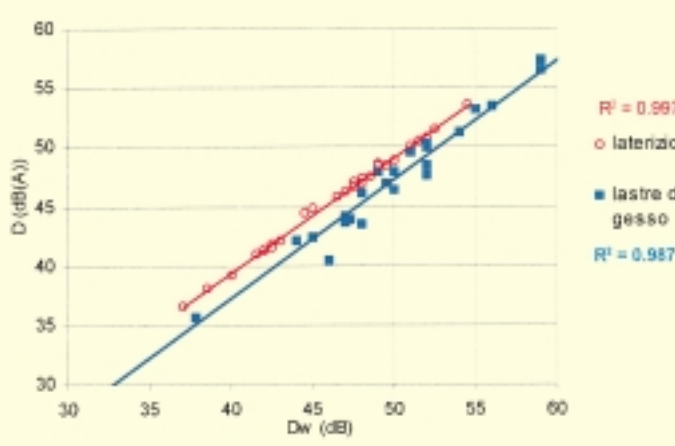
colari configurazioni del giunto tra la partizione e le strutture laterali. Le pareti in laterizio, invece, per la loro struttura massiccia, sono caratterizzate da una trasmissione laterale che è meno sensibile alle modalità di messa in opera. Per valutare l'entità della trasmissione laterale con riferimento a partizioni verticali di differente tipologia, si possono confrontare i valori di R_w , risultanti da misure di laboratorio, con quelli di R'_w , ottenuti da questi ultimi mediante il metodo di calcolo definito dal progetto di norma europea PR EN 12354-1.^[5]

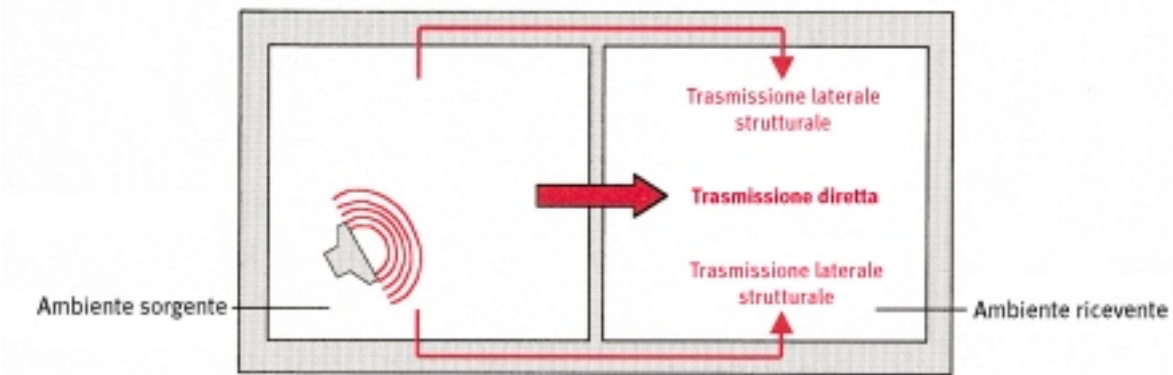
Per poter effettuare il calcolo della trasmissione laterale, è necessario porre delle ipotesi sulle condizioni di vincolo tra partizione e strutture laterali e sulla natura di queste. Delle quattro strutture laterali dei due ambienti considerati, due sono costituite dai solai, le restanti dalla parete di facciata e dal tramezzo interno (figura 8).

Dal momento che i solai e la parete di facciata sono generalmente realizzati in strutture massicce (ad esempio, solai in laterocemento e parete di facciata in muratura di laterizio), per poter valutare il contributo della trasmissione laterale nei diversi casi sono state variate solo le caratteristiche della partizione e della parete interna ad essa lateralmente adiacente.

In particolare sono state ipotizzate le seguenti caratteristiche degli ambienti e delle diverse strutture laterali:

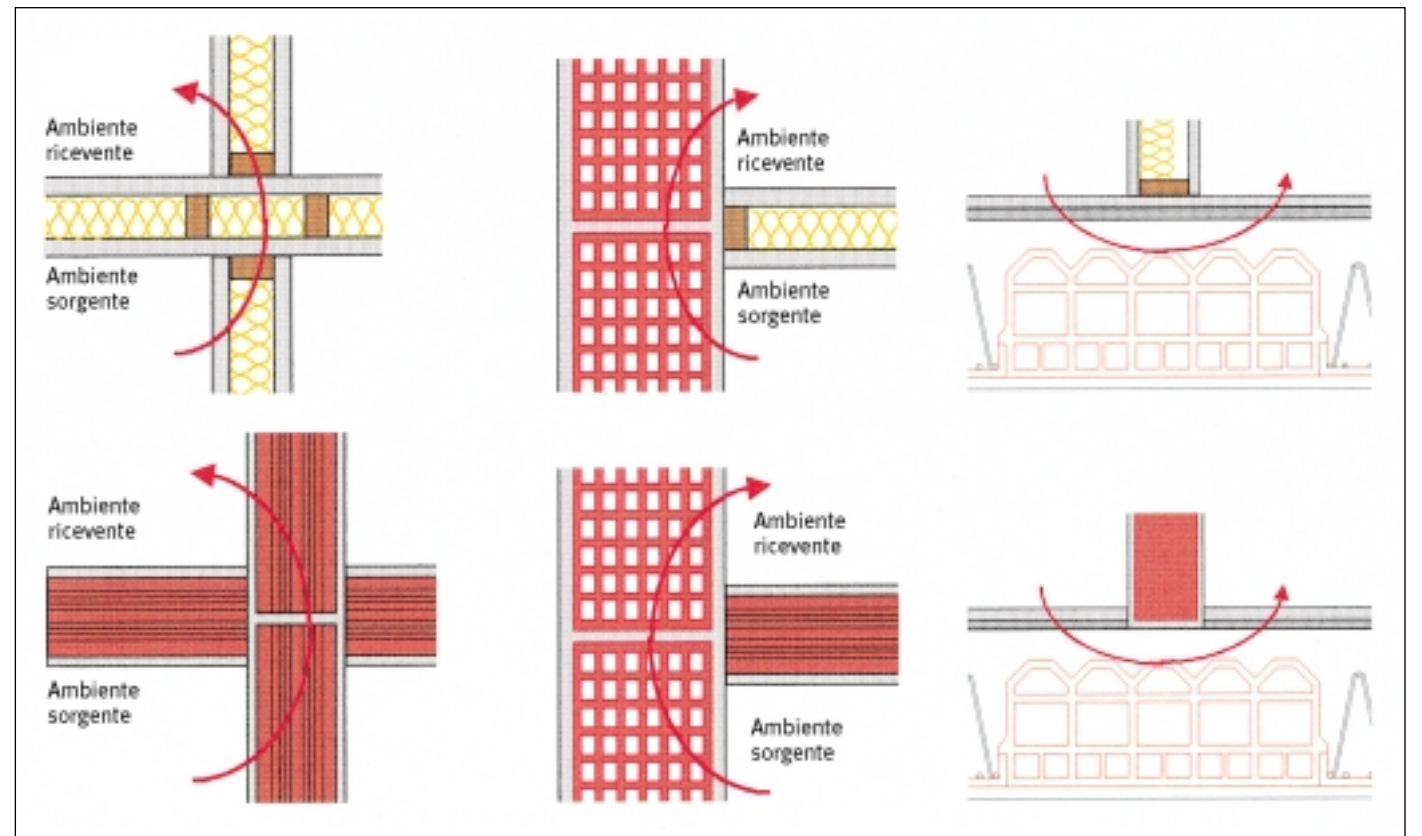
- dimensioni dei due ambienti adiacenti uguali a quelle ipotizzate nel paragrafo precedente;
- caratteristiche delle strutture laterali: *parete di facciata*: muratura in blocchi di laterizio alveolato da 25 cm di spessore intonacata ($R_w = 51,5$ dB; $m' = 285$ kg/m²); *solai* in laterocemento con blocchi in laterizio alti 16 cm e soletta soprastante in calcestruzzo da 4 cm ($R_w = 49$ dB; $m' = 270$ (kg/m²)); *tramezzo interno*: muratura in mattoni forati da 8 cm intonacata ($R_w = 42,5$ dB; $m' = 136$ kg/m²)





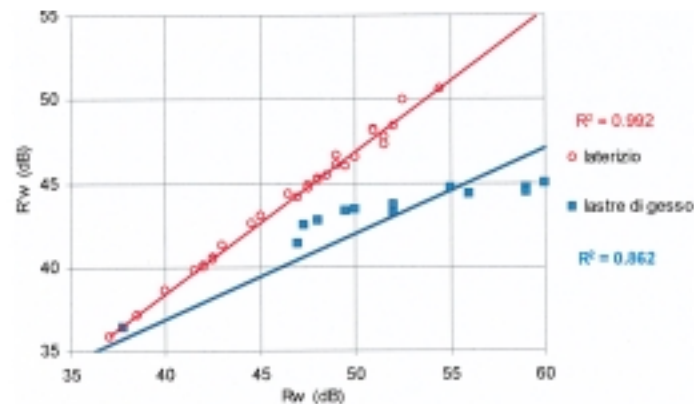
7. Trasmissione sonora diretta e laterale tra due ambienti adiacenti.

8. Le due configurazioni ipotizzate per la valutazione della trasmissione laterale (la parete a sinistra è quella di facciata).



9. Tipi di giunti ipotizzati tra la partizione e le strutture laterali: in alto una partizione in lastre di gesso, in basso una in laterizio. Da sinistra, giunto tra partizione e tramezzo, tra partizione e facciata e tra partizione e solaio.

10. Indice di valutazione del potere fonoisolante apparente R'_{w} per pareti in laterizio ed in lastre di gesso in funzione dell'indice di valutazione del potere fonoisolante R_w .



riale fonoassorbente nell'intercapedine potrebbe migliorare le prestazioni delle partizioni in lastre di gesso.

Conclusioni

L'analisi effettuata ha posto in evidenza che le prestazioni acustiche in opera delle partizioni interne possono risultare ridotte, rispetto a quelle valutate in laboratorio, in misura anche molto diversa per pareti leggere e pesanti. E ciò a causa dello spettro sonoro del rumore che si intende isolare e delle modalità di messa in opera di questi componenti edilizi. Sono state poste a confronto le prestazioni di diverse pareti in laterizio, a singolo e doppio strato, ed in lastre di gesso e sono state individuate le correlazioni tra i parametri esaminati per i due tipi di pareti.

Il metodo analitico impiegato per la valutazione della trasmissione sonora laterale è attualmente allo stadio d'approvazione come norma internazionale.^[5] Nonostante il suo livello di prenorma, tale metodo è già stato ampiamente sperimentato in differenti Paesi ed è risultato maggiormente affidabile nell'analisi di strutture omogenee. Per questo il suo impiego nella valutazione di pareti leggere può comportare errori non trascurabili, incrementati dalla notevole variabilità delle condizioni di posa in opera di tali tipi di partizioni.

Essendo tuttavia l'unico metodo attualmente impiegabile

o in lastre di gesso da 1,25 cm di spessore, senza materiale fonoassorbente interposto ($R_w = 37,8$ dB; $m' = 24$ kg/m²). Il tramezzo interno in lastre di gesso è stato ipotizzato privo di materiale fonoassorbente in quanto tale è la soluzione generalmente adottata per dividere ambienti interni di uno stesso alloggio.

Per la valutazione della trasmissione sonora dovuta alle strutture laterali sono stati ipotizzati vincoli rigidi a T tra partizione e facciata e tra partizione e solaio del pavimento e vincoli a croce negli altri casi (figura 9).

Dal grafico di figura 10 è evidente come, secondo il modello di calcolo definito dal progetto di norma europea, le pareti leggere siano caratterizzate da un'entità della trasmissione laterale molto maggiore rispetto a soluzioni in laterizio, a parità di prestazioni valutate in laboratorio.

La differenza è più accentuata per le partizioni caratterizzate da un indice di valutazione del potere fonoisolante molto elevato. Ciò è giustificato dal fatto che in questi casi la trasmissione laterale, che avviene attraverso il tramezzo interno adiacente, diventa dominante sulla trasmissione diretta.

I risultati mostrati non sono comunque generalizzabili in quanto riferiti ad una precisa configurazione delle strutture laterali (pareti e solai). La sostituzione del tramezzo laterale in lastre di gesso con una soluzione analoga ma con mate-

per valutare in maniera analitica la trasmissione laterale, i grafici ottenuti possono essere ritenuti sufficientemente rappresentativi del problema esaminato. ¶

Note

1. Il rumore rosa è caratterizzato da uguale contenuto energetico nelle bande di frequenza a larghezza percentuale costante (ottave o terzi di ottava).
2. A tali caratteristiche corrisponde un tempo di riverberazione costante alle varie frequenze di 0,5 secondi.
3. Il rumore bianco è caratterizzato da uguale contenuto energetico a tutte le frequenze (crescita di 6 dB per ottava di frequenza).

Bibliografia

- [1] UNI EN ISO 717-1, *Acustica, valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio; isolamento acustico per via aerea*.
- [2] UNI EN ISO 717-2, *Acustica, valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio; isolamento acustico del rumore di calpestio*.
- [3] D.P.C.M. 5/12/97 *Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici*, in G.U. 297, 22-12-97.
- [4] Pompoli R., Fausti P., "Isolamento acustico di strutture divisorie in laterizio", in *Costruire in Laterizio*, n° 52-53, 1996;
- [5] Pr EN 12354-1, *Building acoustics; estimation of acoustic performance of buildings from the performance of products, part 1, airborne sound insulation between rooms*, CEN/TC126/WG2, 1997.

Lavoro finanziato nell'ambito del progetto finalizzato sui materiali speciali per tecnologie avanzate (contratto n° 97.00932.PF34).